



03 CO #4


IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Dietl, et al. Docket No.: TID-30529
Serial No.: 09/877,583 Art Unit: TBD
Filed: 06/08/2001 Examiner: Not Assigned
For: CIRCUIT FOR GENERATING AN OUTPUT PHASE SIGNAL WITH A
VARIABLE PHASE SHIFT RELATIVE TO A REFERENCE PHASE

TRANSMITTAL LETTER ACCOMPANYING CERTIFIED COPY OF
PRIORITY APPLICATION UNDER 35 U.S.C. § 119

Assistant Commissioner for Patents
Attn.: Application Processing Div.
Customer Correction Branch
Washington, DC 20231

MAILING CERTIFICATE UNDER 37 C.F.R. §1.8(A)
I hereby certify that this correspondence is being deposited with
the United States Postal Service as first class mail in an envelope
addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington,
D.C. 20231.


Bret J. Petersen, Reg. No. 37,417 10-3-01
Date

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of German Patent Application No. **100 28 603.8**, filed on
June 09, 2000, in the German Patent Office and from which priority under 35 U.S.C. § 119 is
claimed for the above-identified application.

Respectfully submitted,



Bret J. Petersen
Attorney For Applicant(s)
Reg. No. 37,417

Texas Instruments Incorporated
PO BOX 655474, M/S 3999
Dallas, TX 75251
(972)917-5339
(972)917-4418

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 28 603.8

Anmeldetag: 9. Juni 2000

Anmelder/Inhaber: Texas Instruments Deutschland GmbH, Freising/DE

Bezeichnung: Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines Ausgangs-Phasensignals mit einer bezüglich einer Referenzphase beliebig veränderlichen Phasenverschiebung

IPC: H 03 K, H 04 L

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. Juli 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

5 TEXAS INSTRUMENTS DEUTSCHLAND GMBH
Haggertystraße 1
85356 Freising

Unser Zeichen: T 9281 DE

9. Juni 2000

Schw/sc

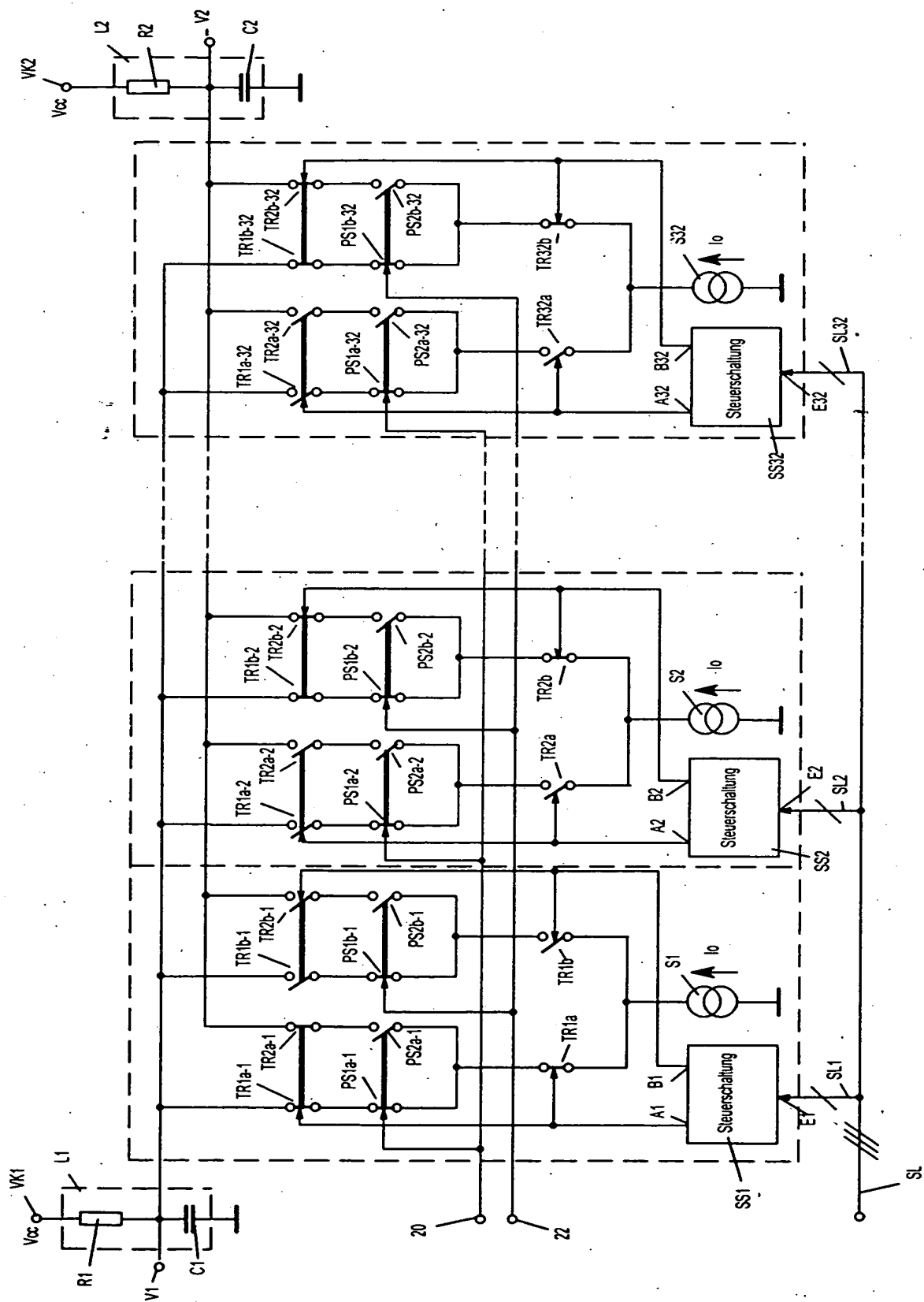
10

ZUSAMMENFASSUNG

15 Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines Ausgangs-Phasensignals
mit einer bezüglich einer Referenzphase beliebig
veränderlichen Phasenverschiebung

20 Eine Schaltungsanordnung ermöglicht das Erzeugen eines Ausgangs-
Phasensignals mit einer bezüglich einer Referenzphase beliebig
veränderlichen Phasenverschiebung. Sie enthält einen Oszillator (10),
der an n Ausgängen Phasensignale abgibt, die sich jeweils um $\varphi =$
360°/n g in ihrer Phasenlage unterscheiden. Diese Phasensignale werden
25 in ausgewählter Weise über Multiplexer einem Phaseninterpolator
zugeführt, an dessen Ausgang das Signal mit der sich bezüglich der
Referenzphase verändernden Phasenlage abgegeben wird. Das Ausgangs-
Phasensignal wird in einer Ladeschaltung erzeugt, in der ein
Kondensator durch Zu- bzw. Abschalten von Stromquellen mit Hilfe von
30 Phasenschaltern entsprechend der zu erzeugenden Phasenlage des
Ausgangssignals verändert werden kann. Zur Vermeidung von
Phasenschwankungen beim Übergang von einer Phasenlage zur anderen sind
in die Verbindung zwischen den Stromquellen und der Ladeschaltung
Trennschalter eingefügt, die so gesteuert sind, daß sie sich nie
35 gleichzeitig im geöffneten Zustand befinden.

Figur 4



PRINZ & PARTNER^{GbR}

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS
EUROPEAN TRADEMARK ATTORNEYS

Manzingerweg 7
D-81241 München
Tel. +49 89 89 69 80

TEXAS INSTRUMENTS DEUTSCHLAND GMBH
Haggertystraße 1
85356 Freising

5

Unser Zeichen: T 9281 DE
Schw/Hc/sc

9. Juni 2000

10

Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines Ausgangs-Phasensignals
mit einer bezüglich einer Referenzphase beliebig
veränderlichen Phasenverschiebung

15

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines Ausgangs-Phasensignals mit einer bezüglich einer Referenzphase beliebig veränderlichen Phasenverschiebung.

20

Auf dem Gebiet der Telekommunikation und auch auf dem Gebiet der Datenverarbeitung gibt es Anwendungsfälle, in denen es erforderlich ist, eine erste Signalfolge mit einer zweiten Signalfolge zu synchronisieren. Beispielsweise kommt es vor, daß eine lokal erzeugte Signalfolge sowohl frequenz- als auch phasenmäßig mit einer empfangenen Signalfolge in Übereinstimmung gebracht werden muß. Zur Erzielung dieser Übereinstimmung muß die lokal erzeugte Signalfolge ständig der Phase der empfangenen Signalfolge nachgeführt werden. Zu diesem Zweck werden Schaltungsanordnungen eingesetzt, die in der englischsprachigen Literatur als "Phase Aligners" bezeichnet werden.

25

30

Ein Beispiel einer solchen Phasensynchronisierschaltung findet sich in IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. 32, No. 11, November 1997 "A Semidigital Dual Delay-Locked Loop". Diese bekannte Phasensynchronisierschaltung ist im Prinzip eine Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines Ausgangs-Phasensignals mit einer bezüglich einer

Referenzphase beliebig veränderlichen Phasenverschiebung, mit einem Oszillator, der an n Ausgängen Phasensignale abgibt, die von einem Ausgang zum nächsten jeweils um $\varphi = 360^\circ/n$ gegeneinander phasenverschoben und dementsprechend Δt zeitlich gegeneinander versetzt sind, einem ersten Multiplexer, dessen Eingänge mit den geradzahligen Ausgängen des Oszillators verbunden sind und der abhängig von einem durch das zu erzeugende Phasen-Ausgangssignal bestimmten Phasenwählsignal ein von einem Ausgang x des Oszillator abgegebenes Phasensignal zu seinem Ausgang durchschaltet, einem zweiten Multiplexer, dessen Eingänge mit den ungeradzahligen Ausgängen des Oszillators verbunden sind und der abhängig von dem Phasenwählsignal das vom Ausgang $x+1$ des Oszillators abgegebene Phasensignal zu seinem Ausgang durchschaltet, einem Phaseninterpolator, der die von den Multiplexern abgegebenen Phasensignale empfängt und mit ihnen das periodische Öffnen und Schließen von Phasenschaltern im zeitlichen Abstand von Δt steuert, wobei der Phaseninterpolator eine Ladeschaltung enthält, in der eine Ladespannung eines Kondensators durch Zu- bzw. Abschalten von den Phasenschaltern zugeordneten Stromquellen entsprechend dem Öffnen und Schließen der Phasenschalter veränderlich ist, wobei eine der Anzahl der zu erzeugenden Zwischenphasenverschiebungswerte zwischen den Phasenverschiebungen der durch das Phasenwählsignal bestimmten Phasensignale entsprechende Anzahl von Stromquellen vorgesehen ist, denen jeweils wenigstens zwei Phasenschalter zugeordnet sind, von denen der eine jeweils von dem vom ersten Multiplexer abgegebenen Phasensignal und der andere jeweils von dem vom zweiten Multiplexer abgegebenen Phasensignal gesteuert ist, und wobei in die Verbindung zwischen jedem der Phasenschalter und der zugeordneten Stromquelle jeweils ein erster Trennschalter eingefügt ist.

Diese Schaltungsanordnung ermöglicht es, durch das periodische Öffnen und Schließen der Phasenschalter Ausgangs-Phasensignale zu erzeugen, deren Phasenlage sich bezüglich der Referenzphase ständig ändert, so daß das Ziel der Phasensynchronisierung mit einem anderen Signal erreicht werden kann. In der Praxis hat sich jedoch herausgestellt, daß beim Öffnen und Schließen der Phasenschalter und dem damit angestrebten Ändern der Phasenlage von einem Wert zum nächsten kein "sauberer" Übergang erhalten wird, sondern Phasenschwankungen entstehen, die auch als "Jitter" bezeichnet werden. Diese

Phasenschwankungen sind unerwünscht und sollen zur Erzielung einer möglichst quasi-kontinuierlichen Phasenverschiebung soweit wie möglich vermieden werden.

5 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung der eingangs angegebenen Art so auszugestalten, daß die beim Stand der Technik auftretenden Phasenschwankungen beim Übergang von einem Phasenwert zum nächsten möglichst vermieden oder zumindest minimiert werden.

10 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß in die Verbindung zwischen jedem Phasenschalter und der Ladeschaltung jeweils ein zweiter Trennschalter eingefügt ist und daß eine Steuerschaltung vorgesehen ist, die die jeweils einem Phasenschalter zugeordneten ersten Trennschalter und die dem gleichen Phasenschalter zugeordneten zweiten Trennschalter bei einer Änderung der Phasenlage des Ausgangs-Phasensignals bezüglich der Referenzphase nie gleichzeitig geöffnet sind.

20 Durch das Einfügen der zusätzlichen Trennschalter und die Steuerung aller Trennschalter durch die Steuerschaltungen in der Weise, daß nie alle Trennschalter gleichzeitig geöffnet sind, wird gewährleistet, daß beim Übergang von einem Phasenverschiebungswert zum nächsten keine oder nur minimale Phasenschwankungen (Jitter) auftreten.

25 Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung beispielshalber erläutert. Es zeigen:

30 Figur 1 ein allgemeines Blockschaltbild zur Erläuterung der Anwendung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung,

Figur 2 ein sehr stark vereinfachtes Prinzipschaltbild zur Erläuterung des der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zugrundeliegenden Prinzips,

35 Figur 3 ein Diagramm normierter Signale, auf die bei der Erläuterung der Erfindung Bezug genommen wird,

Figur 4 ein genaueres Schaltbild der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung, und

Figur 5 ein Ausführungsbeispiel einer Steuerschaltung zur Steuerung der Trennschalter.

Die zu erläuternde Schaltungsanordnung kann aufgrund ihrer Wirkung als Phasen-Interpolator bezeichnet werden, da es mit ihrer Hilfe möglich ist, beliebig veränderliche Phasenverschiebungen bezüglich einer Referenzphase zu erzeugen. Als Referenzphase kann beispielsweise das am Ausgang 1 des Oszillators 10 von Figur 1 abgegebene Phasensignal verwendet werden. Dieser Oszillator 10 gibt an seinen Ausgängen 1-n jeweils um $360^\circ/n$ voneinander verschiedene Phasensignale ab. Wie zu erkennen ist, werden die von den geradzahigen Ausgängen abgegebenen Phasensignale an einen Multiplexer 12 angelegt, während die von den ungeradzahigen Ausgängen des Oszillators 10 abgegebenen Phasensignale an den Multiplexer 14 angelegt werden. Abhängig von einem von einer Phasenwählschaltung 16 abgegebenen Phasenwählsignal schalten die Multiplexer 12 und 14 jeweils die von zwei benachbarten Ausgängen des Oszillators 10 abgegebenen Phasensignale zu ihren Ausgängen durch und geben sie an den Interpolator 18 weiter. Die durchgeschalteten Signale müssen nicht die Phasensignale selbst sein, sondern es können auch Schaltsignale sein, deren Phasenlage genau der Phasenlage von zwei ausgewählten, benachbarten Ausgängen des Oszillators 10 entspricht. Der Interpolator 18 erzeugt mit Hilfe der ihm zugeführten Signale ein Ausgangssignal, dessen Phasenverschiebung einen Wert hat, der zwischen den Phasenverschiebungen der Signale an den gewählten benachbarten Ausgängen des Oszillators 10 liegt, wobei dieser Wert durch die Phasenwählschaltung 16 bestimmt werden kann.

Das Prinzip des Interpolators kann anhand des sehr stark vereinfachten Schaltbildes von Figur 2 und durch Bezugnahme auf das Diagramm von Figur 3 erläutert werden.

Die Schaltungsanordnung von Figur 2 weist zwei Steuereingänge 20, 22 auf, denen die Ausgangssignale SM1 aus dem Multiplexer 12 bzw. SM2 aus dem Multiplexer 14 zugeführt werden. Diese Signale SM1 und SM2 sind von Phasensignalen abgeleitet, die den Multiplexern von den Ausgängen

1 und 2 des Oszillators 10 zugeführt werden. Diese Phasensignale sind in Figur 3 bei Ph1 bzw. Ph2 dargestellt. Die Signale SM1 und SM2 steuern zwei Gruppen von Schaltern PS1a, PS2a bzw. PS1b, PS2b. Diese Schalter schalten immer dann in den jeweils anderen Schaltzustand um, wenn die von den Multiplexern 12, 14 abgegebenen Phasensignale Ph1 und Ph2 den normierten Wert 0,5 haben. Wie zu erkennen ist, werden die Schalter in jeder Gruppe so gesteuert, daß der eine der beiden Schalter jeweils geschlossen ist, während der andere geöffnet ist. Die Schaltsignale bewirken, daß die Schalter ihre jeweils anderen Zustände einnehmen. Eine Ladeschaltung L1 enthält einen Widerstand R1 und einen damit in Serie geschalteten Kondensator C1 zwischen einer Versorgungsspannungsklemme VK1 und Masse. Eine Ladeschaltung L2 enthält einen Widerstand R2 in Serie mit einem Kondensator C2 zwischen einer Versorgungsspannungsklemme VK2 und Masse. An den Versorgungsspannungsklemmen VK1 und VK2 liegt die gleiche Versorgungsspannung Vcc. Die zu erzeugende, in gewünschter Weise phasenverschobene Ausgangsspannung kann an den Klemmen V1 bzw. V2 abgegriffen werden, die jeweils mit dem Verbindungspunkt zwischen dem Widerstand und dem Kondensator in der jeweiligen Ladeschaltung in Verbindung stehen.

Für die Beschreibung der Wirkungsweise der Schaltung von Figur 2 sei angenommen, daß die Stromquelle S1 einen Strom I1 liefern kann, der zehnmal so groß wie ein angenommener Grundstrom I₀ ist, während die Stromquelle S2 einen Strom I2 liefern kann, der zweiundzwanzigmal so groß wie der Grundstrom I₀ ist.

Bei der Beschreibung der Wirkungsweise von Figur 2 wird zunächst nur erläutert, wie die Ausgangsspannung V1 erzeugt wird. Die Erzeugung der Spannung V2 erfolgt nämlich völlig analog zur Erzeugung der Spannung V1, sie ist lediglich um 180° gegenüber der Spannung V1 phasenverschoben.

Zunächst wird davon ausgegangen, daß die Schalter PS1a und PS1b geschlossen sind, so daß über den Widerstand R1 ein Strom fließen kann, der 32 I₀ beträgt. Am Kondensator C1 stellt sich somit eine sehr niedrige Ladespannung ein, die gleichzeitig die Ausgangsspannung V1 darstellt. Wenn nun im Zeitpunkt t₀ das vom Phasensignal Ph1 abgeleitete Signal SM1 an den Schalter PS1a angelegt wird, geht dieser

Schalter in den geöffneten Zustand über. Dies bedeutet, daß über den Widerstand nurmehr ein Strom mit dem Wert $22 I_0$ fließen kann, da die Verbindung zur Stromquelle S1 unterbrochen wird. Die Ladespannung am Kondensator C1 beginnt daher im Bereich zwischen t_0 und t_1 anzusteigen, wie der Verlauf dieser Spannung V1 in Figur 3 zeigt. Der Spannungsanstieg erfolgt relativ langsam, da immer noch $22 I_0$ vom Kondensator C1 abfließen können.

Im Zeitpunkt t_1 wird nun aber das vom Phasensignal Ph2 abgeleitete Signal SM2 an den Schalter PS1b angelegt, so daß auch dieser Schalter in den geöffneten Zustand übergeht. Dies hat zur Folge, daß keine der Stromquellen S1, S2 mehr mit dem Verbindungspunkt zwischen dem Widerstand R1 und dem Kondensator C1 verbunden ist, so daß die Ladespannung am Kondensator C1 entsprechend der durch diese beiden Bauelemente bestimmten Zeitkonstanten rasch auf den hohen Wert der Versorgungsspannung V_{cc} ansteigt. Das Diagramm von Figur 3 zeigt diesen Anstieg, der im Zeitpunkt t_1 beginnt. Das Diagramm von Figur 3 läßt auch erkennen, daß die Phase der Spannung V1 gegenüber der Phase des Phasensignals PH1 um $\Delta\varphi_a$ verschoben ist.

Falls es erwünscht ist, eine andere Phasenlage der Spannung V1 zu erreichen, muß in der Schaltung von Figur 1 lediglich das Verhältnis der beiden Ströme I_1 und I_2 verändert werden. Soll beispielsweise eine kleinere Phasenverschiebung $\Delta\varphi_a$ bezogen auf die Phasenlage des Phasensignals PH1 erreicht werden, dann muß der Strom I_1 auf einen größeren Wert eingestellt werden, und der Strom I_2 muß dementsprechend kleiner gemacht werden. Die Spannung V1 würde dann im Bereich zwischen t_0 und t_1 stärker ansteigen, so daß sich der ab dem Zeitpunkt t_1 auftretende weitere Spannungsanstieg an diesen höheren Spannungswert am Zeitpunkt t_1 anschließen würde, so daß der zur Bestimmung der Phasenverschiebung betrachtete Referenzpunkt bei einem normierten Spannungswert 0,5 früher erreicht würde. Dies ist in Fig. 3 beispielsweise durch die gestrichelt angeordnete Kurve der Spannung V1' gezeigt, die den für die Phasenlage maßgeblichen Punkt bereits bei t_2 erreicht.

Die Schalter PS2a und PS2b werden jeweils gegenphasig zu den Schaltern PS1a und PS1b angesteuert, so daß sich eine Ausgangsspannung V2 ergibt, die gemäß der Darstellung von Figur 3 gegenüber der Spannung V1 um 180° phasenverschoben ist. Die Erzeugung dieser zwei
5 Ausgangsspannungen ist darin begründet, daß in der angewendeten Technik größtenteils mit Differenzbausteinen wie Operationsverstärkern mit Differenzeingang gearbeitet wird, so daß stets in allen Verarbeitungsstufen zwei Signale, nämlich das direkte Signal und das um 180° phasenverschobene Signal benötigt werden.

10 Das beschriebene bekannte Prinzip der Erzeugung von phasenverschobenen Signalen wird auch in der in Figur 4 dargestellten Schaltung der erfindungsgemäßen Ausführung angewendet, jedoch sind dort weitere Schalter eingefügt, und es ist eine besondere Art der Ansteuerung
15 dieser Schalter vorgesehen. Überdies ist für jede Schaltergruppe eine eigene Stromquelle vorhanden, die jeweils den Grundstromwert I_0 liefert, was bedeutet, daß insgesamt 32 Schalterstufen mit entsprechenden 32 Stromquellen vorhanden sind.

20 Während bei der Beschreibung des bekannten Prinzips unter Bezugnahme auf Figur 2 angenommen wurde, daß ein Ausgangssignal und das zugehörige, um 180° phasenverschobene Ausgangssignal mit einer bestimmten Phasenlage in bezug auf das Phasensignal Ph1 erzeugt werden soll, dient die Schaltung von Figur 4, bei der das bekannte Prinzip
25 angewendet wird, dazu, ein Ausgangssignal und das dazugehörige, um 180° phasenverschobene Ausgangssignal mit einer sich ständig verändernden Phasenlage bezüglich der Referenzphase des Phasensignals Ph1 zu erzeugen. Die bereits erwähnten zusätzlich eingeführten Schalter sorgen dafür, daß der Übergang von einer Phasenlage zur
30 nächsten erreicht wird, ohne daß ein sogenanntes Phasen-Jitter eintritt. Diese zusätzlichen Schalter sind die Schalter TR1a, TR1b bis TR32a, TR32b, die in der Verbindung der jeweiligen Stromquellen S1 bis S32 mit den zugehörigen Phasenschaltern PS1a-1, PS2a-1 bis PS1a-32, PS2a-32 bzw. PS1b-1, PS2b-1, PS1b-32, PS2b-32 eingefügt sind. Weitere
35 Schalter TR1a-1 bis TR1a-32, TR2a-32, TR1b-1 bis TR1b-32 und TR2b-1 bis TR2-32 sind in die Verbindung zwischen jedem der Phasenschalter und der zugehörigen Ladeschaltung L1 bzw. L2 eingefügt, wie ebenfalls aus Figur 4 zu erkennen ist.

Bei der nachfolgenden Beschreibung der Erzeugung der Ausgangssignale mit sich ständig ändernder Phasenlage bezüglich der durch das Phasensignal Ph1 gebildeten Referenzphase wird nur das Ausgangssignal am Ausgang V1 betrachtet; das Ausgangssignal am Ausgang V2 ist wie bereits in der Schaltung von Figur 2 lediglich das bezüglich des Signals am Ausgang V1 um 180° phasenverschobene Signal. Alle Schalter PS1a und PS1b befinden sich zunächst wie in der Darstellung von Figur 4 in der geschlossenen Stellung, und die Steuerschaltung SS1 gibt an ihrem Ausgang A ein Signal ab, das die Schalter TR1a und TR1a-1 im geschlossenen Zustand hält. Am Ausgang B gibt sie ein Signal ab, das die Schalter TR1b und TR1b-1 im geöffneten Zustand hält. Die Steuerschaltungen SS2 bis SS32 geben dagegen an ihren Ausgängen A und B jeweils Signale ab, die die genannten Schalter in die entgegengesetzten Stellungen bringen.

Die Steuerschaltungen SS1 bis SS32 werden jeweils über ein Signal an ihren Eingängen E1 bis E32 angesteuert, wobei jede Steuerschaltung über eine Ader SL1 bis SL32 einer 32-adrigen Steuerleitung SL angesteuert wird. Die Ansteuerung dieser Steuerschaltungen SS1 bis SS32 erfolgt dabei so, daß periodisch zunächst die Steuerschaltung SS1 ein Ansteuersignal, dann zusätzlich die Steuerschaltung SS2 und der Reihe nach die weiteren Steuerschaltungen jeweils das Ansteuersignal empfangen, bis dieses schließlich an allen Steuerschaltungen anliegt, worauf ein erneuter periodischer Durchlauf der Anlegung der Ansteuersignale beginnt. Die Schilderung der Funktionsweise der Schaltung von Figur 4 beginnt damit, daß, wie erwähnt, nur die Steuerschaltung SS1 das Ansteuersignal empfängt und daß die Trennschalter die bereits erwähnten Stellungen einnehmen.

Wie zu erkennen ist, besteht im geschilderten Ausgangsfall eine Verbindung zwischen den Stromquellen S1-S32 und der Ladeschaltung L1 über die geschlossenen Phasenschalter PS1a-1 und PS1b-2-PS1b-32 sowie die geschlossenen Trennschalter TR1a, TR1a-1 und TR2b-TR32b und TR1b-2 bis TR1b-32. Wenn nun das vom Phasensignal Ph1 abgeleitete Signal SM1 aus dem Multiplexer 12 zum Eingang 20 gelangt, werden alle Schalter PS1a-1 bis PS1a-32 in die geöffnete Stellung gebracht. Vor diesem Öffnen im Zeitpunkt t_0 war die Spannung V1 am Ausgang der

Ladeschaltung L1 auf dem niedrigsten Wert, wie im Diagramm von Figur 3 zu erkennen ist. Mit dem Öffnen der Schalter PS1a-1 bis PS1a-32 wird lediglich die Stromquelle S1 von der Ladeschaltung L1 abgetrennt, während die anderen Stromquellen S2 bis S32 weiterhin über die geschlossenen Trennschalter TR2b-TR32b und TR1b-2-TR1b-32 sowie die geschlossenen Phasenschalter PS1b-2 bis PS1b-32 mit der Ladeschaltung L1 verbunden bleiben. Die Ausgangsspannung V1 steigt daher bis zum Zeitpunkt t_1 nur unwesentlich an. Wenn dann im Zeitpunkt t_1 auch das Signal SM2 vom Multiplexer 14 an den Eingang 22 gelangt und das Umschalten der Phasenschalter PS1b-1 bis PS1b-32 in die geöffnete Stellung bewirkt, dann steigt die Spannung V1 entsprechend dem Diagramm von Figur 3 bis auf ihren Maximalwert mit der Aufladung des Kondensators C1 an.

Im Zeitpunkt t_0'' gelangt wieder das Signal SM1 an den Eingang 20, so daß die Schalter PS1a-1 bis PS1a-32 wieder in die geschlossene Stellung gebracht werden. Da jedoch nur der Trennschalter TR1a geschlossen ist, hat dies nur eine geringe Auswirkung auf die Spannung V1, so daß diese im Bereich von t_0'' bis t_1'' nur geringfügig absinkt. Erst wenn durch das Signal SM2 am Eingang 22 alle Schalter PS1b-1 bis PS1b-32 in die geöffnete Stellung gebracht werden, sinkt die Spannung V1 entsprechend dem Diagramm von Figur 3 bis zum Erreichen des Minimums ab. Die sich ergebende Spannung V1 hat gegenüber der Referenzphase, die durch das Phasensignal Ph1 festgelegt ist, eine Phasenverschiebung $\Delta\varphi_a$. Insoweit gleicht die geschilderte Funktionsweise der Funktionsweise der Prinzipschaltung von Figur 2, jedoch kann in der Schaltung von Figur 4 durch die Einwirkung des den Steuerschaltungen SS1 bis SS32 zugeführten Steuersignals erreicht werden, daß sich die Phasenlage der Ausgangsspannung V1 in 32 Schritten über einen Bereich ändert, der der Phasenverschiebung der zwei Phasensignale Ph1 und Ph2 entspricht. Wenn also im geschilderten Fall ein Signal mit der Phasenverschiebung $\Delta\varphi_a$ bezüglich der Phasenlage des Phasensignals Ph1 erzeugt wird, dann kann das Ausgangssignal V1 in einem nächsten Schritt um $\Delta\varphi_0/32$ verschoben werden, wenn zusätzlich zur Steuerschaltung SS1 auch die Steuerschaltung SS2 aktiviert wird.

Das Aktivieren der Steuerschaltung SS2 hat zur Folge, daß an deren Ausgang A2 ein Signal abgegeben wird, das die Trennschalter TR2a, TR1a-2 und TR2a-2 schließt. Das am Ausgang B2 abgegebene Signal bewirkt das Öffnen der Trennschalter TR2b, TR1b-2 und TR2b-2. Die von
5 der Steuerschaltung SS1 gesteuerten Schalter behalten ihre Positionen unverändert bei.

An dieser Stelle ist es wichtig, zu erwähnen, daß die von den Steuerschaltungen SS1 und SS2 abgegebenen Schaltsignale für die
10 Trennschalter zeitlich so zueinander liegen, daß die durch den Buchstaben a gekennzeichneten Schalter und die durch den Buchstaben b gekennzeichneten Schalter nie gleichzeitig offen sind. Dies bedeutet im konkreten Fall beispielsweise, daß die Trennschalter TR2b, TR1b-2 und TR2b-2 durch das Signal vom Ausgang B2 erst dann geöffnet werden,
15 wenn die Trennschalter TR2a, TR1a-2 und TR2a-2 bereits in den geschlossenen Zustand versetzt worden sind. Wie die Steuerschaltungen SS1 bis SS32 aufgebaut sind, um diese zeitliche Beziehung der an den Ausgängen A und B abgegebenen Signale zu erzielen, wird später noch unter Bezugnahme auf Figur 5 erläutert.

20 Wenn also aufgrund der Aktivierung der Steuerschaltung SS2 das Signal an deren Ausgang A2 das Schließen der Trennschalter TR2a und TR1a-2 bewirkt, wird auch die Stromquelle S2 mit der Ladeschaltung L1 verbunden. Dies hat zur Folge, daß die Ausgangsspannung V1 im Bereich
25 zwischen t_0 und t_1 stärker ansteigt als in Figur 3 dargestellt ist, so daß der durch das Signal SM1 am Eingang 22 im Zeitpunkt t_1 ausgelöste weitere Anstieg der Spannung V1 von einem höheren Spannungswert aus beginnt, so daß demgemäß auch der für die Phasenlage bezüglich des Phasensignals Ph1 maßgebliche normierte Spannungswert von 0,5 im
30 Diagramm von Figur 3 an einem früheren Zeitpunkt erreicht wird. Die Differenz zur Phase des in Figur 3 dargestellten Signals V1 beträgt $\Delta\varphi_0/32$, wenn $\Delta\varphi_0$ die Phasendifferenz zwischen den Phasensignalen Ph1 und Ph2 ist.

35 Durch aufeinanderfolgendes Aktivieren der Steuerschaltungen SS1 bis SS32 kann nun der für die Phasenlage der Spannung V1 maßgebliche Referenzpunkt schrittweise um jeweils $\Delta\varphi_0/32$ verschoben werden.

74

Analoge Überlegungen gelten für die Erzeugung der Ausgangsspannung V2, die eine um 180° phasenverschobene Version der Ausgangsspannung V1 ist. Diese Ausgangsspannung V2 wird in der Ladeschaltung L2 durch entsprechendes Öffnen und Schließen der Phasenschalter PS2a-1, PS2b-1
5 bis PS2a-32, PS2b-32 sowie der zugehörigen Trennschalter TR1b bis TR32b und TR2b-1, TR2b-32 erhalten.

Die größte Verschiebung des Referenzpunktes der Ausgangsspannung V1 ergibt sich dann, wenn alle Steuerschaltungen SS1 bis SS32 aktiviert
10 sind. In diesem Fall können alle Stromquellen S1 bis S32 unter der Steuerung durch die Signale SM1 und SM2 wirksam mit der Ladeschaltung L1 verbunden werden, so daß der Anstieg der Spannung V1 im Bereich zwischen t_0 und t_1 sowie ab dem Zeitpunkt t_1 bis zum Maximum
wesentlich steiler erfolgt. Der Referenzpunkt beim normierten
15 Spannungswert 0,5 wird daher früher erreicht, wobei der Unterschied zwischen dem Zeitpunkt t_2 und dem früheren Zeitpunkt t_2' dem zeitlichen Abstand zwischen t_1 und t_0 entspricht. Somit ist gezeigt worden, daß mit Hilfe der Schaltung von Figur 4 der auf der
ansteigenden Flanke der Spannung V1 liegende Referenzpunkt durch
20 aufeinanderfolgendes Aktivieren der Steuerspannungen SS1 bis SS32 verschoben werden kann, nämlich um 32 Schritte von jeweils $\Delta\varphi_0/32$.

Um eine weitere Verschiebung des Referenzpunktes auf der Flanke zu erreichen, schaltet die Phasenwählschaltung den Multiplexer 12 so um,
25 daß er an seinem Ausgang ein Signal abgibt, das vom Phasensignal vom Ausgang 3 des Oszillators 10 abgeleitetes Signal abgibt. Auf diese Weise werden dem Interpolator 18 zwei Signale SM1 und SM2 zugeführt, die vom Phasensignal Ph^3 bzw. vom Phasensignal Ph^2 abgeleitet sind. Die Multiplexer 12 und 14 tauschen dabei ihre Rolle insofern, als nun
30 der Multiplexer 14 das die Referenzphase bestimmende Signal liefert, auf das die am Ausgang des Interpolators abgegebene Phase bezogen ist. Wenn nun nacheinander wieder die Steuerschaltungen SS1 bis SS32 in der oben ausführlich beschriebenen Art und Weise aktiviert werden, dann wird eine Ausgangsspannung V1 erhalten, deren Phase bezüglich der
35 Phase des dann als Referenz dienenden Phasensignals Ph^2 weiter in Schritten zu je $\Delta\varphi_0/32$ verschoben wird. Auf diese Weise ist es möglich, unter der Steuerung durch die Phasenwählschaltung 16 nacheinander kontinuierlich die Bereiche umzuschalten, in denen sich

die Phasenlage der Ausgangsspannung V1 jeweils um die Schritte $\Delta\varphi_0/32$ ändert. Damit wird das gewünschte Ziel erreicht, nämlich die Erzeugung eines Signals, dessen Phasenlage bezüglich einer Referenzphase über den gesamten Bereich von 360° verändert werden kann. Wenn ein Übergang von einem Phasenwert zum nächsten innerhalb eines Bereichs zwischen zwei Ausgangsphasen des Oszillators erfolgt, wird ein Phasen-Jitter dadurch verhindert, daß die Steuerschaltung die Trennschalter TR1a und TR1b bis TR32a und TR32b, wie oben bereits erwähnt wurde, jeweils so betätigt, daß die jeweils einer Stromquelle zugeordneten Schalter nie gleichzeitig geöffnet sind. Auch bei einem Übergang von einem Bereich der Ausgangsphasen des Oszillators zum nächsten tritt kein Phasen-Jitter im Ausgangssignal auf. Dies ergibt sich dadurch, daß bei diesem Übergang sowohl die dabei von den Multiplexer-Ausgangssignalen gesteuerten Schalter PS1a, PS1b als auch die zugehörige Stromquelle vom Ausgang V1, V2 abgetrennt sind.

Die Steuerschaltungen haben den in Figur 5 dargestellten Aufbau. Die in Figur 5 als Beispiel dargestellte Steuerschaltung SS1 enthält zwei NAND-Schaltungen N1 und N2. Der Eingang E1 ist über ein von einem Negator gebildetes Verzögerungsglied D1 mit einem Eingang der NAND-Schaltung N1 verbunden, und er ist mit einem Eingang der NAND-Schaltung N2 direkt verbunden. Die jeweils anderen Eingänge der NAND-Schaltungen N1 und N2 sind kreuzweise mit dem Ausgang der jeweils anderen NAND-Schaltung verbunden. Die Ausgänge der NAND-Schaltungen N1 und N2 bilden jeweils die Ausgänge A1 bzw. B1 der Steuerschaltung SS1. Die Steuerschaltung SS1 von Figur 5 verhält sich so, daß die an den Ausgängen A1 und B1 abgegebenen Signale nie gleichzeitig den Signalwert "0" haben, wenn sich das Eingangssignal E1 vom Signalwert "1" auf den Signalwert "0" oder umgekehrt ändert. Wenn die Trennschalter im Schaltbild von Figur 4 dann so aufgebaut sind, daß sie geschlossen werden, wenn die Signale an den Ausgängen A und B den Signalwert "1" haben, und geöffnet werden, wenn diese Signale den Signalwert "0" haben, dann wird mit dieser Schaltung von Figur 5 erreicht, daß diese Trennschalter nie gleichzeitig geöffnet sind.

5 TEXAS INSTRUMENTS DEUTSCHLAND GMBH
Haggertystraße 1
D-85356 Freising

Unser Zeichen: T 9281 DE

9. Juni 2000

10 Schw/sc

Patentansprüche

15

1. Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines Ausgangs-Phasensignals mit einer bezüglich einer Referenzphase beliebig veränderlichen Phasenverschiebung, mit

20

einem Oszillator, der an n Ausgängen Phasensignale abgibt, die von einem Ausgang zum nächsten jeweils um $\varphi = 360^\circ/n$ gegeneinander phasenverschoben und dementsprechend um Δt zeitlich gegeneinander versetzt sind,

25

einem ersten Multiplexer, dessen Eingänge mit den geradzahligen Ausgängen des Oszillators verbunden sind und der abhängig von einem durch das zu erzeugende Phasen-Ausgangssignal bestimmten Phasenwählsignal ein von einem Ausgang x des Oszillator abgegebenes Phasensignal zu seinem Ausgang durchschaltet,

30

einem zweiten Multiplexer, dessen Eingänge mit den ungeradzahligen Ausgängen des Oszillators verbunden sind und der abhängig von dem Phasenwählsignal das vom Ausgang x+1 des Oszillators abgegebene Phasensignal zu seinem Ausgang durchschaltet,

35

einem Phaseninterpolator, der die von den Multiplexern abgegebenen Phasensignale empfängt und mit ihnen das periodische Öffnen und Schließen von Phasenschaltern im zeitlichen Abstand von Δt steuert,

wobei der Phaseninterpolator eine Ladeschaltung enthält, in der eine das zu erzeugende Ausgangs-Phasensignal bildende Ladespannung eines Kondensators durch Zu- bzw. Abschalten von den Phasenschaltern zugeordneten Stromquellen entsprechend dem Öffnen und Schließen der Phasenschalter veränderlich ist,

wobei eine der Anzahl der zu erzeugenden Zwischenphasenverschiebungswerte zwischen den Phasenverschiebungen der durch das Phasenwählsignal bestimmten Phasensignale entsprechende Anzahl von Stromquellen vorgesehen ist, denen jeweils wenigstens zwei Phasenschalter zugeordnet sind, von denen der eine jeweils von dem vom ersten Multiplexer abgegebenen Phasensignal und der andere jeweils von dem vom zweiten Multiplexer abgegebenen Phasensignal gesteuert ist, und wobei in die Verbindung zwischen jedem der Phasenschalter und der zugeordneten Stromquelle jeweils ein erster Trennschalter eingefügt ist,

dadurch gekennzeichnet,

daß in die Verbindung zwischen jedem Phasenschalter und der Ladeschaltung jeweils ein zweiter Trennschalter eingefügt ist;

und daß eine Steuerschaltung (SS1-SS32) vorgesehen ist, die die jeweils einem Phasenschalter (PS1a-1 bis PS1a-32, PS1b-1 bis PS1b-32) zugeordneten ersten Trennschalter (TR1a bis TR32a, TR1b bis TR32b) und die dem gleichen Phasenschalter zugeordneten zweiten Trennschalter (TR1a-1 bis TR1a-32, TR1b-1 bis TR1b-32) bei einer Änderung der Phasenlage des Ausgangs-Phasensignals bezüglich der Referenzphase nie gleichzeitig geöffnet sind.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite Ladeschaltung (L2) vorgesehen ist, daß parallel zu jedem Phasenschalter ein zweiter Phasenschalter (PS2a-1 bis PS2a-32, PS2b-1 bis PS2b-32) angeordnet ist, der der jeweils gegenphasig zu dem im zugeordneten Phasenschalter umschaltbar ist, und daß in die Verbindung zwischen den jeweils zweiten Phasenschaltern und der Ladeschaltung jeweils ein weiterer Trennschalter (TR2a-1 bis TR2-32, TR2b-1 bis TR2-32) eingefügt ist, der gleichphasig mit den in der Verbindung zwischen

einer Stromquelle und der ersten Ladeschaltung (L1) liegenden ersten und zweiten Trennschaltern umgeschaltet wird, wodurch von der zweiten Ladeschaltung (L2) ein zweites Ausgangs-Phasensignal (V2) erzeugbar ist, das gegenüber dem von der ersten Ladeschaltung (L1) erzeugten Ausgangs-Phasensignal (V1) um 180° phasenverschoben ist.

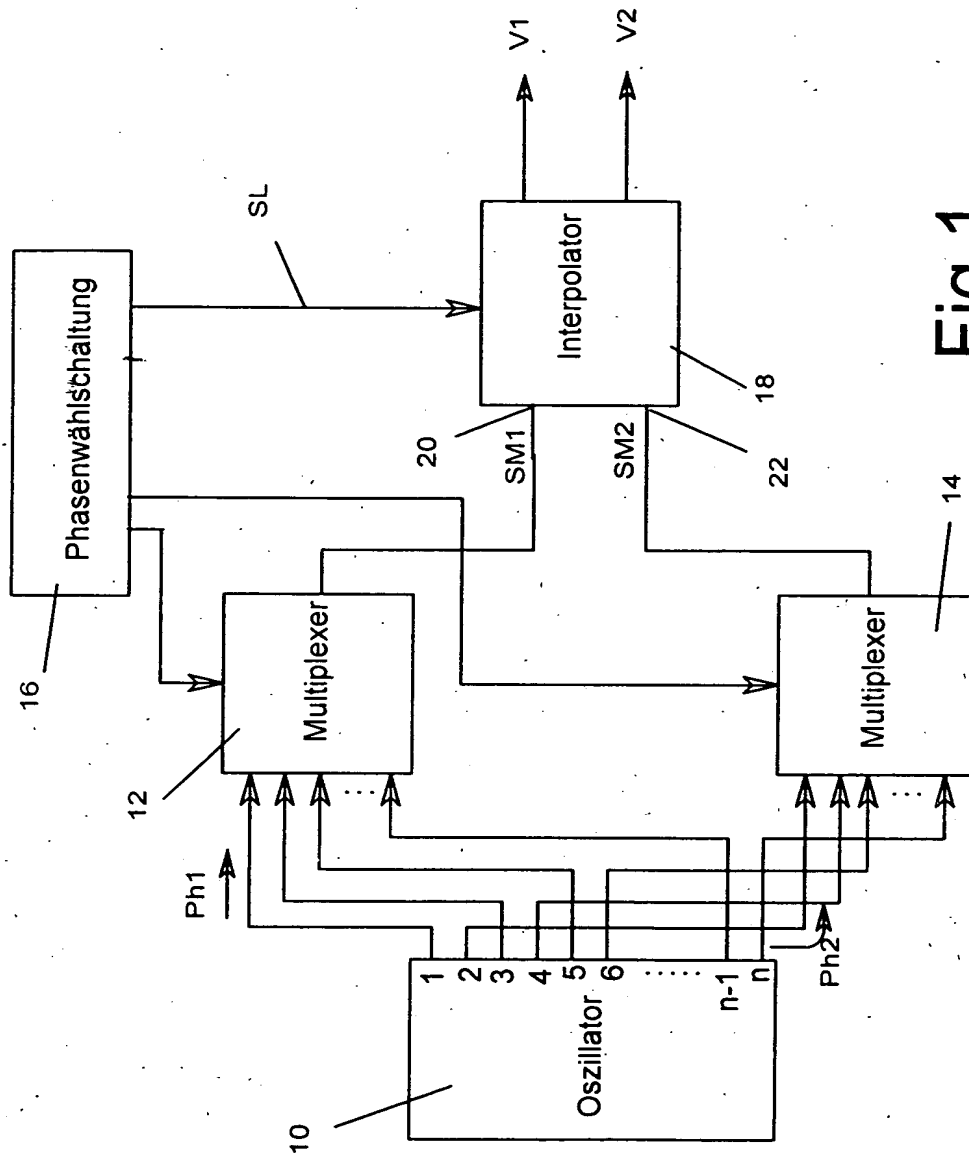


Fig.1

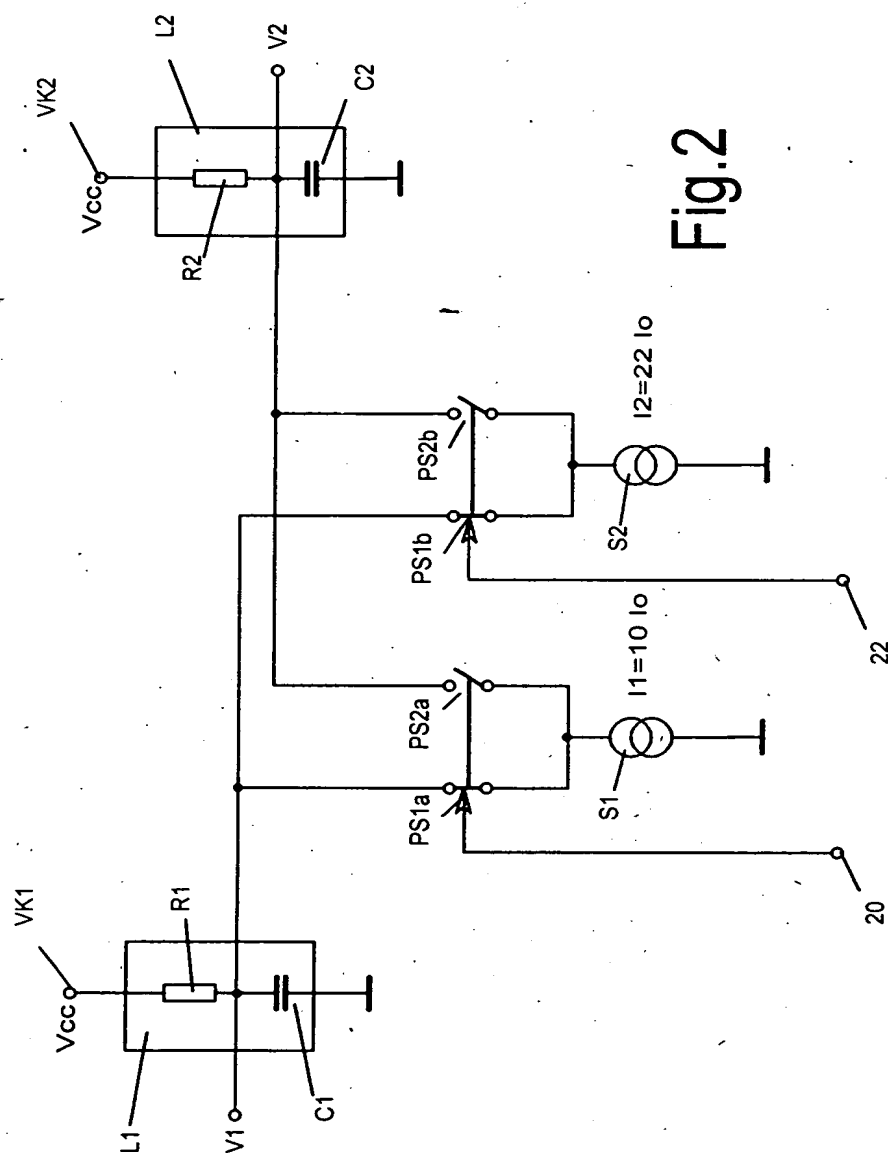


Fig. 2

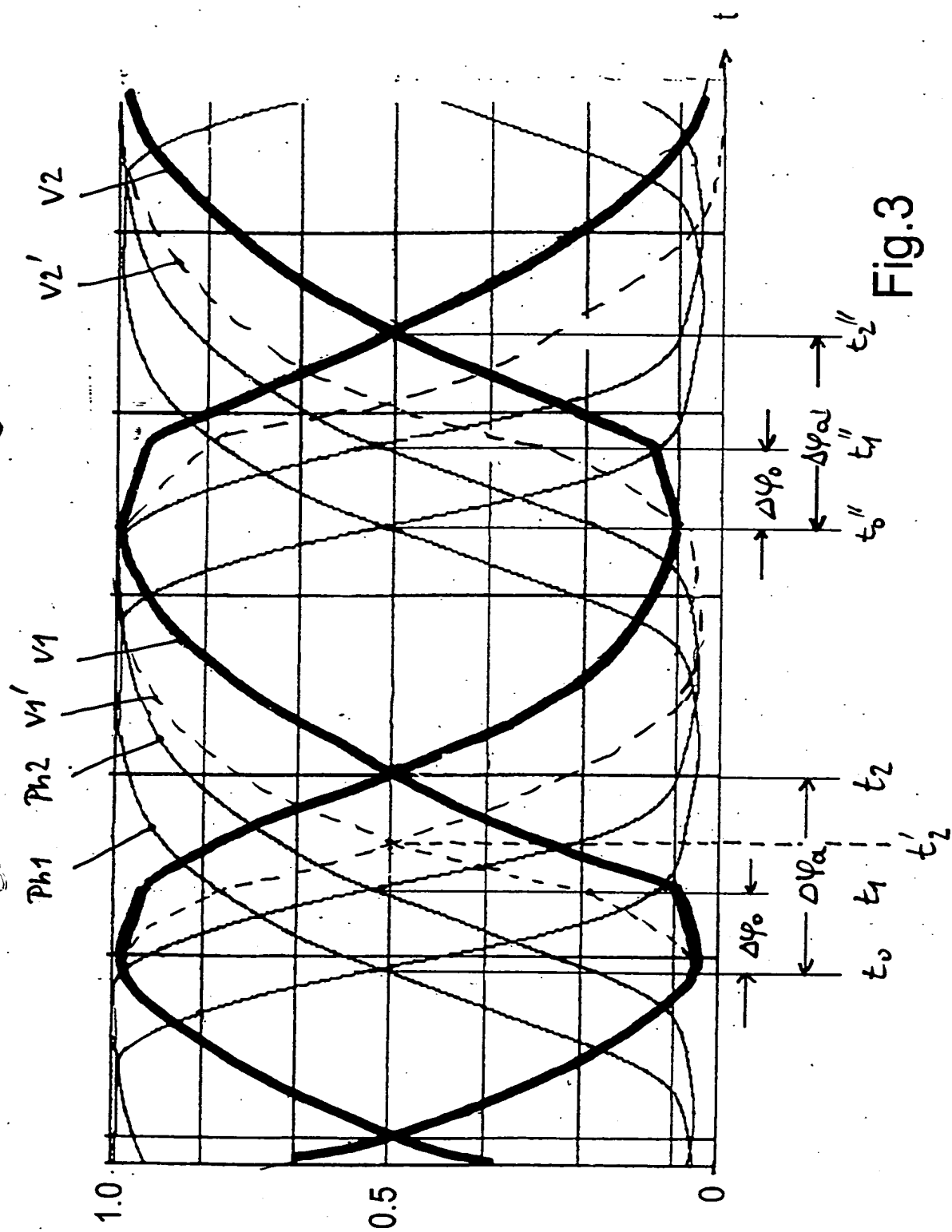


Fig.3

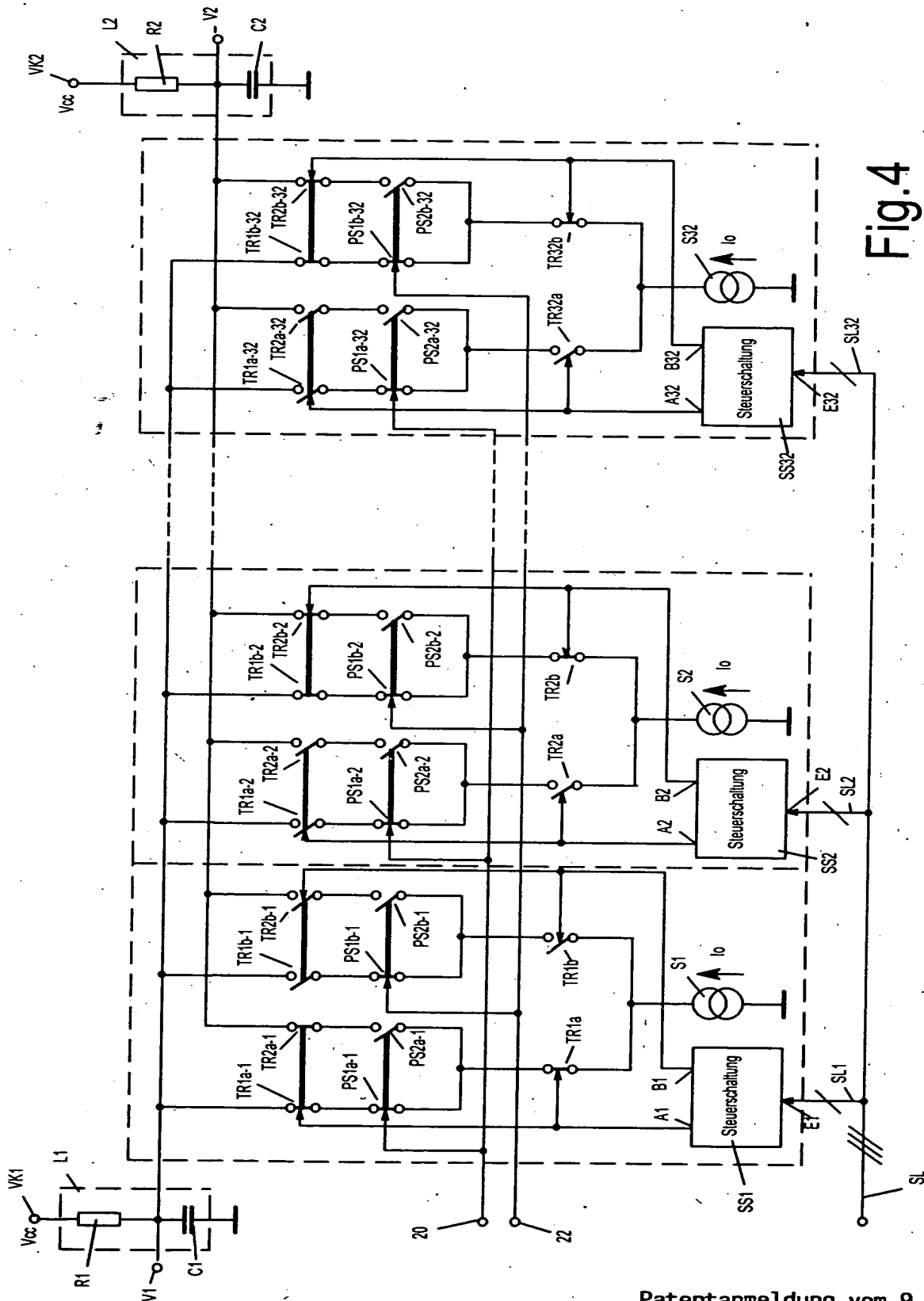


Fig. 4

Patentanmeldung vom 9. Juni 2000
Texas Instruments Deutschland GmbH
"Schaltungsanordnung zur Erzeugung
eines Ausgangs-Phasensignals ..."

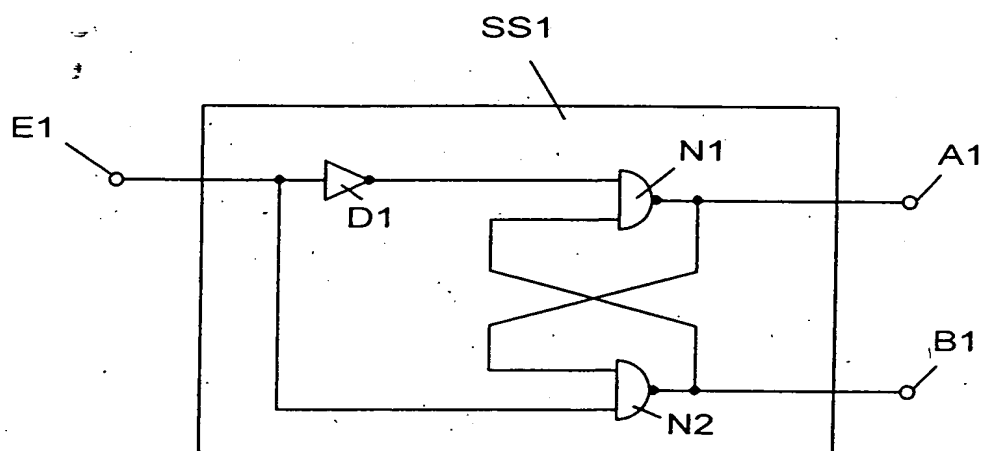


Fig.5